

⑬ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 547 659**

⑫ N° d'enregistrement national :

**83 10140**

⑮ Int Cl<sup>3</sup> : G 01 V 3/14.

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

⑲ Date de dépôt : 20 juin 1983.

⑳ Priorité :

⑰ Demandeur(s) : *CLAUSIN Jacques.* — FR.

⑱ Inventeur(s) : Jacques Clausin.

⑳ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 51 du 21 décembre 1984.

㉑ Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

㉒ Titulaire(s) :

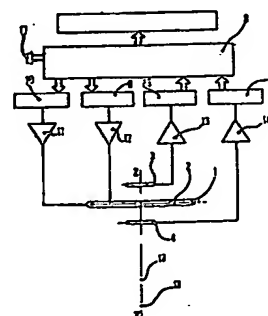
㉓ Mandataire(s) :

㉔ Détecteurs d'objets métalliques indiquant : la distance, la taille et la matière.

㉕ Il comprend un groupe de quatre bobines dont deux 1 et 2 servent à l'émission d'une induction électromagnétique et deux autres 3 et 4 servent à la réception du rayonnement de l'objet détecté.

Un calculateur numérique 8 impose les courants traversants les bobines 1 et 2. Il détermine la distance, la taille et la nature de l'objet détecté.

L'invention est utilisable pour la détection et le repérage d'objets métalliques éloignés, soit enfouis soit invisibles, en particulier les munitions, les armes et plus généralement les particules incluses dans des matériaux, produits et aliments.



**FR 2 547 659 - A1**

La présente invention concerne les détecteurs de métaux et de matériaux conducteurs de l'électricité, utilisant les ondes électromagnétiques, à émetteur et récepteur groupés d'un même côté de l'objet à détecter.

Les dispositifs connus de ce genre présentent l'inconvénient de ne pas indiquer la distance et la masse de l'objet. En effet, ils utilisent l'effet de couplage entre un système de bobines souvent coplanaire et l'objet. Ce couplage s'atténue très vite avec la distance séparant ces bobines et l'objet.

Ces dispositions sont mal adaptées à la détection d'objets éloignés car l'influence des objets proches est prépondérante.

Le dispositif selon l'invention solutionne la détection à grande distance. En effet, il comporte une association de bobines et de moyens de calculs numériques résolvant l'ensemble des problèmes posés par la détection à grande distance.

Le dispositif selon l'invention comporte quatre bobines de fil conducteur concentriques, de forme circulaires ou rectangulaires, coaxiales et disposées géométriquement selon la figure 1, prise à titre d'exemple non limitatif, et qui représente une coupe selon un plan de symétrie perpendiculaire aux plans des bobines.

Selon l'invention, les bobines (1) et (2) appelées bobines de champ sont coplanaires et supportées par le bati (5). La figure (1) représente un détecteur utilisant des bobines circulaires, concentriques, d'axe ZZ. De part et d'autre du plan de symétrie des deux premières bobines passant par elles, deux bobines (3) et (4), appelées bobines de mesure, sont par construction, placées à une distance identique du plan de symétrie ci-dessus et coaxiales des premières. Elles sont liées au bati (5) par les pièces (6) et (7) qui, comme le bati (5), et l'ensemble de la construction sont réalisés en matériau non conducteur de l'électricité, telles que matière thermoplastiques ou thermo durcissables, renforcées ou allégées, bois, et plus généralement tout matériau stable non conducteur. Les bobines, le bati et les pièces (6) et (7) utilisent des moyens de réalisations mécaniques connus.

La figure (2) représente, selon l'invention le dispositif de détection dans son ensemble.

Un calculateur numérique (8) utilisant la technique des microprocesseurs délivre un signal numérique qui, décodé par deux convertisseurs digital-analogiques (9) et (10) fournit deux tensions oscillatoires sinusoïdales de fréquence fixe. Par programme, cette fréquence peut alternativement prendre deux valeurs  $f_0$  et  $f_1$ .

Ces tensions alimentent les bobines (1) et (2) par l'intermédiaire des amplificateurs de puissance (11) et (12), les faisant parcourir par deux courants sinusoïdaux  $I_1$  et  $I_2$  de même phase ou de phases opposées telles qu'un choix judicieux du rapport des amplitudes des tensions sinusoïdales ci-dessus annule l'induction électromagnétique en un point déterminé de l'axe général ZZ' de révolution de l'ensemble des bobines repéré figure(1)

Par programme, le rapport des amplitudes des tensions ci-dessus varie constamment et de façon alternative et répétitive. L'induction magnétique s'annule ainsi en des points de l'axe  $zz'$  variables dans le temps.

10 Ces points sont déterminés par ledit rapport.

A titre d'exemple et pour mieux faire comprendre ce qui vient d'être exprimé, la figure(3) représente les variations de l'induction selon l'axe pour deux bobines concentriques circulaires, l'une de 60 cm de diamètre l'autre de 80 cm de diamètre, parcourues respectivement par des courants  $I_1$  et  $I_2$  tels que les rapports  $N_1 I_1 / N_2 I_2$ ,  $N_1$  et  $N_2$  étant les nombres de tours de fils, soient égaux à : 1 pour la courbe(21) - 0,9 pour la courbe(22) - 1 pour la courbe (23) et - 1,25 pour la courbe (24).

L'abscisse du graphique est graduée en mètres, l'ordonnée est proportionnelle à l'induction électromagnétique.

20 Les deux bobines (3) et (4) dites bobines de mesure, sont réunies, fig(2) à l'entrée de deux amplificateurs (13) et (14) suivis de deux convertisseurs analogiques digitaux (15) et (16) fournissant ainsi une mesure de la valeur de l'induction les traversant. Ces derniers délivrent leurs données numériques à l'unité centrale du calculateur (8) qui après avoir effectué un

25 filtrage numérique calcule la différence de tension entre les deux bobines de mesure (3) et (4) fournissant ainsi une mesure de la différence de flux d'induction parcourant ces bobines (3) et (4).

Cette différence est due: soit à une erreur de positionnement des bobines par rapport respectivement au plan de symétrie défini précédemment et à l'axe ZZ', cette erreur est compensée par l'étalonnage automatique effectué au début de mesure, par l'intermédiaire d'une pression manuelle sur un bouton poussoir d'étalonnage (17), qui mémorise le décalage initial ci-dessus, soit au rayonnement électromagnétique d'un ou plusieurs objets conducteurs (18) et (19) situés à des distances différentes sur l'axe ZZ' et placés

35 dans l'induction des bobines.

Cette émission varie en fonction de l'inverse du cube de la distance séparant l'objet des bobines de mesure, et le processeur calcule donc la distance dudit objet, le rapport connu  $k$  des signaux reçus par les deux

bobines étant égal à:  $k = (z - d)^3 / (z + d)^3$ ,

z : étant la distance séparant l'objet du plan de symétrie des bobines (1) et (2) passant par elles et comptée sur l'axe Z,

5 d : étant la distance séparant chaque bobine (3) ou (4) dudit plan de symétrie.

Selon l'invention, l'induction émise s'annule en des points de l'axe ZZ', qui parcourent dans le temps tout le champ de mesure. Ainsi la mesure de la distance d'objets éloignés n'est pas compromise par la présence d'objets proches, même petits dont le rayonnement est annulé à un instant  
10 donné lorsque le champ inducteur est lui même nul.

Selon l'invention, une commutation de fréquence automatique générée par le calculateur fournit un moyen de distinguer les métaux ferromagnétiques des métaux simplement conducteurs, et entre métaux ferromagnétiques massifs et métaux ferromagnétiques en feuilles ou fils.

15 En effet, pour des inductions de fréquence très basse, les matériaux ferromagnétiques réémettent un signal de même phase que le signal incident. A des fréquences plus élevées, ce phénomène s'inverse. Les amplitudes de l'un et l'autre dépendent du rapport des dimensions de l'objet.

Selon l'invention, le contrôle constant des amplitudes des champs  
20 inducteurs fournit un moyen supplémentaire d'évaluation de la masse de l'objet, cette évaluation dépendant de l'induction électromagnétique parcourant ce dernier, tous phénomènes physiques connus et calculés par le processeur.

Un dispositif à affichage digital (20) complète l'ensemble et fournit à l'utilisateur la distance, la masse du métal, son type : ferromagnétique  
25 ou conducteur, et la géométrie approximative de l'objet ferromagnétique.

A titre d'exemple non limitatif la figure (4) représente un détecteur portable comportant les éléments décrits précédemment.

Les bobines (1), (2), (3) et (4) protégées par un capotage (25) sont réunies par l'intermédiaire d'une canne creuse (26) servant de gaine de protection des fils au bloc de traitement (27) comportant le calculateur, les  
30 convertisseurs numériques analogiques et analogiques numériques, les amplificateurs, la source d'énergie électrique (28) et l'indicateur de visualisation alpha numérique (29).

REVENDECATIONS

1. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait qu'il comporte deux bobines d'émission et deux bobines de réception d'induction électromagnétique concentriques.

2. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait qu'il comporte deux bobines d'émission selon revendication (1), coplanaires et de dimensions différentes parcourues par des courants alternatifs sinusoïdaux de fréquence imposée, d'amplitudes relatives variables, de même phase ou de phase opposée.

3. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait qu'il comporte deux bobines de détection géométriquement identiques et disposées de part et d'autre et à même distance du plan de symétrie comprenant les bobines d'émission.

4. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait qu'il comporte un calculateur numérique et deux convertisseurs numériques analogiques générant par l'intermédiaire de deux amplificateurs de puissance les deux courants sinusoïdaux alimentant les bobines d'émission selon revendication (2).

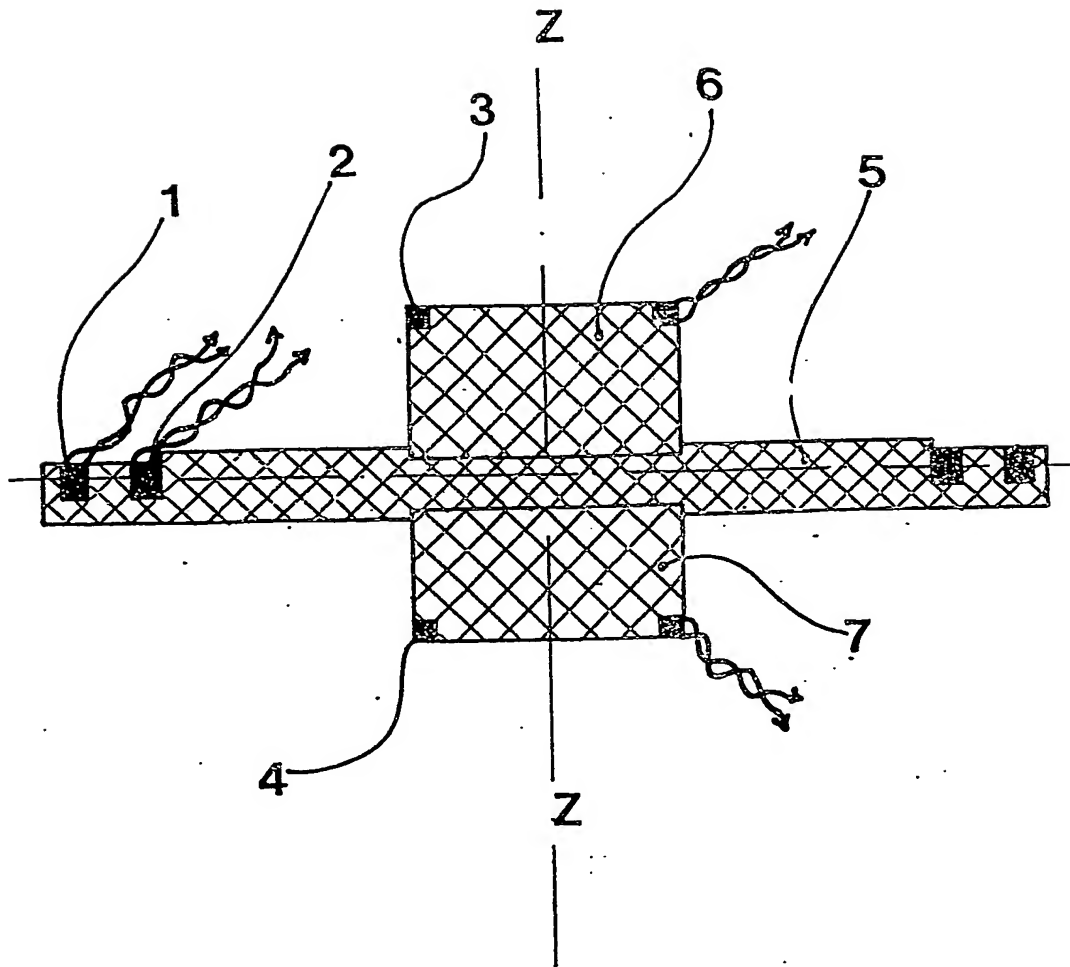
5. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait qu'il comporte deux convertisseurs analogiques numériques associés au calculateur selon revendication (4), et reliés aux deux bobines de détection selon revendication (3), par l'intermédiaire de deux amplificateurs.

6. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait que selon les revendications (1), (2), (3), (4) et (5), il comporte un calculateur numérique déterminant la distance des objets et leur masse, en supprimant l'influence parasite des objets proches.

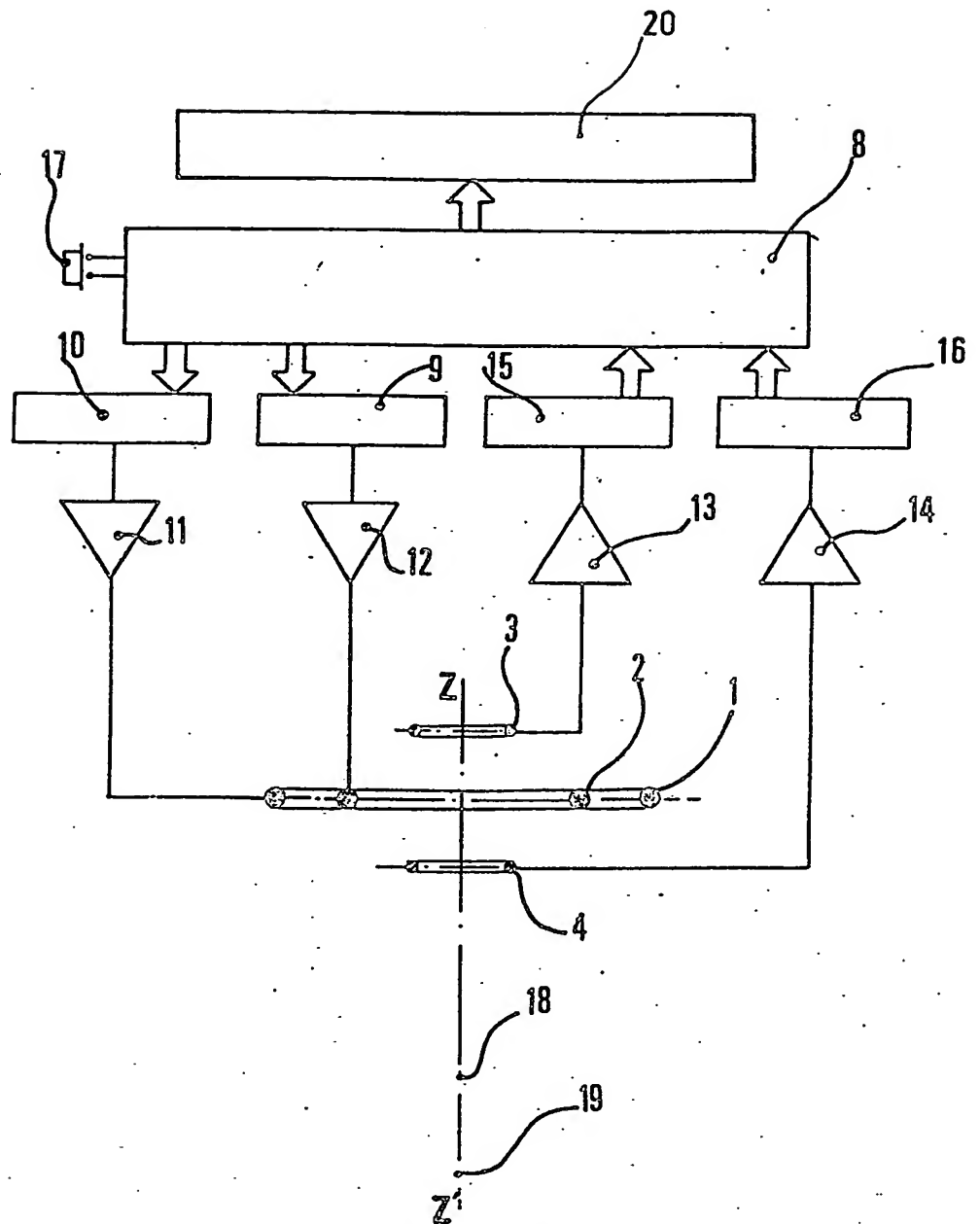
7. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait qu'il est doté d'un permutateur de fréquences de travail et qu'il indique la nature du métal détecté et la forme générale des métaux ferromagnétiques.

8. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques caractérisé par le fait qu'il comporte un affichage digital des distances, masses, matières et forme.

9. Appareil de mesure de la profondeur et de la masse d'objets métalliques selon revendications (4), (5) (6) et (7) caractérisé par le fait qu'il ne comporte qu'une seule unité centrale de calcul. -



**FIGURE 1**

**FIGURE 2**



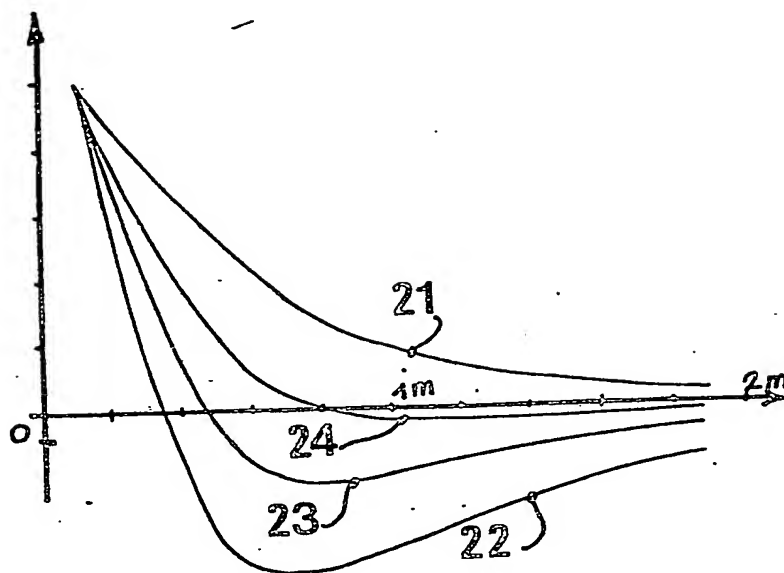


FIGURE 3

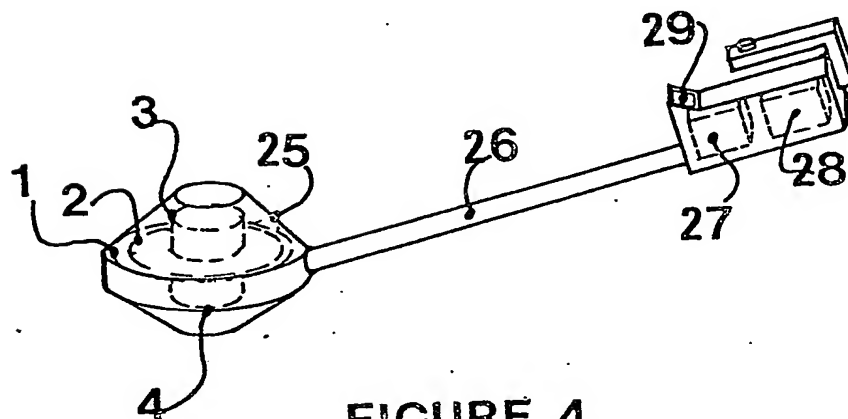


FIGURE 4